

Frameworks de Metaheurísticas para Problemas de Optimización Complejos

M.Bilbao(1,2), F.Sanchez,D.Ormachea,L.Sloboda (1)
D.Pandolfi, A.Villagra, Marta Lasso, Daniel Molina (2)

(1) Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial – Departamento de
Informática Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de la Patagonia San
Juan Bosco

Ruta 1 Km 4 Comodoro Rivadavia - Chubut
{martinbilbao,fsanchez,lsloboda,dormachea}@ing.unp.edu.ar

(2) Instituto de Tecnología Aplicada – Departamento de Ciencias Exactas
Universidad Nacional de la Patagonia Austral

Ruta 3 Acceso Norte – Caleta Olivia-Santa Cruz
{dpandolfi,avillagra,mlasso,dmolina}@uaco.unpa.edu.ar

Resumen

Las Metaheurísticas [1] son técnicas estocásticas que permiten resolver problemas de optimización continuos y discretos en general. Cuando se aborda un problema muy complejo con muchas variantes, las técnicas matemáticas no alcanzan para obtener soluciones fiables ya que el tiempo computacional aumenta de manera exponencial con el tamaño del problema (Problemas NP)[2]. Las Metaheurísticas actúan a favor de este problema ya que explora mejor el espacio de búsqueda eligiendo lugares prometedores y descartando el espacio donde las soluciones no aportan al resultado final. Debido a que existen muchas técnicas Metaheurísticas y cada una puede ser mejor adaptada en problemas específicos debido a la representación de soluciones, se plantea el diseño y construcción de un framework de Metaheurísticas genérico para trabajar con problemas de optimización continua y discreta. Dicho framework contará con las técnicas Metaheurísticas más utilizadas en la literatura e incorporará

benchmarks de pruebas con problemas estándares de resolución NP. Dichos problemas serán obtenidos de las variantes CEC 2005 y CEC 2009 donde plantean diferentes formulas matemáticas de optimización de varias variables para poder ejecutar y probar los algoritmos diseñados de manera eficaz.

Palabras claves: Optimización, Metaheurísticas, sistemas bioinspirados

Contexto

El proyecto de investigación se desarrolla bajo convenio de actividad interinstitucional del programa de mejora de carreras informáticas PROMINF entre la UNPA-UACO y la UNPSJB y las actividades se desarrollan en el Instituto de Tecnología Aplicada de la UNPA-UACO y el Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial de la UNPSJB.

la licencia CeCill del INRIA. El sitio oficial es <http://paradiseo.gforge.inria.fr/>

Introducción

Este proyecto se basa en la implementación de una biblioteca general de algoritmos evolutivos paralelos para la resolución de problemas continuos y discretos. Surge la necesidad de dicha implementación las escasas herramientas de optimización para éstas técnicas y la dificultad encontradas en cada una de ellas. Existen muchas bibliotecas de algoritmos evolutivos para resolver problemas de optimización continua y discreta. Éstas bibliotecas fueron diseñadas por universidades en marco de proyectos de investigación conjunta y son utilizadas y referenciadas por diferentes grupos de investigación en el mundo. Las bibliotecas más utilizadas y reconocidas son MALLBA [3], ParadisEO[4], JMetal [5] y JCell [6] que fueron diseñadas por universidades españolas y francesas respectivamente.

ParadiseEO es un framework de algoritmos metaheurísticos paralelos diseñado por el INRIA [7] y el laboratorio informático de la Universidad de Lille (LIFL). Soporta algoritmos evolutivos poblacionales y de trayectoria, algoritmos metaheurísticos distribuidos, paralelos e híbridos y optimización multiobjetivo. Está desarrollado en C++, es portable para las arquitecturas Windows, Linux y Mac y soporta computación distribuida y paralela con MPI y computación GRID mediante Globus / Condor. Actualmente está en su versión 2.0 y se distribuye bajo

Mallba es un framework de algoritmos metaheurísticos paralelos diseñado por tres universidades españolas (Universidad de Málaga, Universidad de la Laguna, y Universidad de Barcelona) en marco de un proyecto español coordinado. Es una biblioteca utilizada para resolver problemas de optimización combinatorial y contiene métodos exactos, heurísticos e híbridos, poblaciones y de trayectoria. Está implementado en C++, es portable y soporta computación distribuida y computación GRID. Actualmente está en su versión 2.0, es software gratuito y su sitio oficial se encuentra disponible en [3]

Nuestra Propuesta es diseñar una librería que incorpore algoritmos metaheurísticos paralelos poblacionales y de trayectoria para optimización continua y discreta, como así también soporte hibridización de las técnicas y optimización multiobjetivo. Dicha biblioteca debe estar adaptada para la portabilidad y permitir computación distribuida y GRID.

Líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación

Los Objetivos Generales del proyecto son implementar una biblioteca paralela de algoritmos evolutivos para la resolución de problemas continuos y discretos con la participación de dos universidades que

trabajan en la línea de Metaheurísticas y paralelismo y fortalecer las relaciones entre ambas universidades, capacitando recursos humanos (docentes y alumnos) favoreciendo la mejora en la enseñanza académica.

Objetivos Específicos:

- Diseñar un framework de técnicas Metaheurísticas poblacionales y de trayectoria para ser utilizada en los proyectos de investigación relacionados con las temáticas correspondientes.
- Interactuar con otros grupos de investigación en el desarrollo conjunto de la herramienta.
- Proveer una herramienta única para optimización continua, discreta y multiobjetivo.
- Fortalecer el intercambio de experiencias y avances realizados entre las instituciones participantes.
- Incrementar las actividades de investigación futura entre las universidades involucradas.

Resultados y Objetivos

Los objetivos cumplidos son los siguientes:

Estudio del estado de arte de las librerías de Metaheurísticas existentes

Investigar diferentes librerías existentes en la literatura (MALLBA, Paradiseo, JCELL, JMETAL) y adaptar los modelos a las necesidades del proyecto

Definir el modelo de diseño de la estructura de la biblioteca

Definir bajo estándares de ingeniería de

software alternativas de modelos eficientes, extensibles y mantenibles para asegurar la calidad del framework a desarrollar

Los objetivos en curso son los siguientes:

Diseñar algoritmos metaheurísticos de trayectoria y poblacionales

Implementar nuevos algoritmos basándonos en el modelo de diseño del punto anterior, tanto los algoritmos de trayectoria como los poblacionales deben ser genéricos y adaptables a problemas de optimización continuos y discretos. En nuestro caso diseñaremos doce técnicas Metaheurísticas para la biblioteca, las cuales ya están en proceso de implementación

Análisis cualitativo y cuantitativo de los resultados obtenidos en nuestro estudio

Diseñar técnicas de análisis estadístico de resultados de manera automática en función a los resultados y obtener las gráficas de boxplot, análisis de evolución de fitness y tablas dinámicas para su posterior uso en el documento científico.

Difundir los resultados en congresos y revistas nacionales e internacionales para compartir las experiencias y aceptar sugerencias o críticas a nuestros trabajos.

Aportar a la comunidad científica resultados para compartir nuestras experiencias y generar nuevos caminos en la investigación de las metaheurísticas, también aceptar comentarios de expertos en el tema para mejorar nuestros trabajos en el futuro.

Diseñar problemas genéricos para probar las técnicas implementadas y permitir al usuario analizar su algoritmo con problemas de resolución óptima o conocida

Utilizar benchmarks de prueba CEC 2005 y CEC 2009 [8] para ampliar los recursos de la librería y poder probar los algoritmos de manera rápida con conclusiones certeras.

Formación de Recursos Humanos

Dos integrantes de esta línea de investigación están finalizando sus estudios doctorales en temáticas afines.

Tres integrantes han comenzado su maestría orientando sus cursos y trabajos a esta línea de investigación

Se dirigen cuatro tesis de grado de la carrera Licenciatura en Informática (UNPSJB)

Referencias

[1] Meta-heuristics: theory and applications, Osman Ibrahim and Kelly James, 1996.

[2] Stephen Cook, The Complexity of Theorem-Proving Procedures, Third Annual ACM Theory of Computing, 1971

[3] <http://www.lsi.upc.edu/~mallba/>

[4] <http://paradiseo.gforge.inria.fr/>

[5] <http://jmetal.sourceforge.net/>

[6] <https://jcell.gforge.uni.lu/>

[7] www.inria.fr

[8] Benchmark Generation for CEC 2009 Competition on Dynamic Optimization, CEC 2009